

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-55621

(43) 公開日 平成9年(1997)2月25日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 Q 21/12			H 0 1 Q 21/12	
			1/28	
// G 0 1 S 7/03			G 0 1 S 7/03	D
			13/78	

審査請求 有 請求項の数 8 F D (全 7 頁)

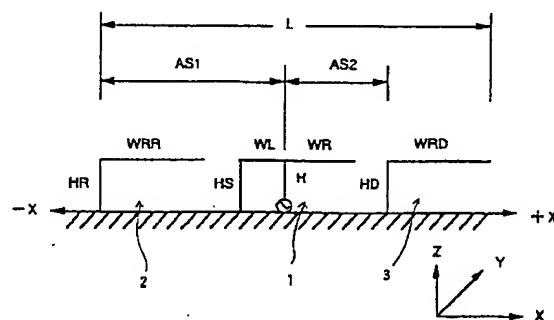
(21) 出願番号	特願平7-228525	(71) 出願人	000003104 東洋通信機株式会社 神奈川県高座郡寒川町小谷2丁目1番1号
(22) 出願日	平成7年(1995)8月14日	(72) 発明者	田口 裕二郎 神奈川県高座郡寒川町小谷2丁目1番1号 東洋通信機株式会社内
		(72) 発明者	陳 強 宮城県仙台市太白区三神峯一丁目3番3-506号
		(72) 発明者	澤谷 邦男 宮城県仙台市青葉区八幡四丁目2番31号
		(74) 代理人	弁理士 鈴木 均

(54) 【発明の名称】 アレーアンテナ

(57) 【要約】

【課題】 複雑な励振回路や同調回路を用いることなく、低姿勢でパイロットの視野を妨げず、且つ不要放射を抑制し、高F B R指向性放射パターンの航空機搭載用アンテナを提供する。

【解決手段】 給電素子としての逆Fアンテナと、無給電素子としての電氣的長さを任意に設定でき、且つグラウンド板に設置された導体とを備え、該無給電素子の素子長は前記給電素子の素子長と異なり、前記給電素子と1素子以上の前記無給電素子とを所定間隔で配置する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 給電素子としての逆Fアンテナと、無給電素子として電気的長さを任意に設定でき、且つグラウンド板に設置された導体とを備え、該無給電素子の素子長は前記給電素子の素子長と異なり、前記給電素子と1素子以上の前記無給電素子とを所定間隔で配置したことを特徴とするアレーアンテナ。

【請求項2】 素子長がほぼ $\lambda/4$ 以下の無給電素子を1素子以上備え、該無給電素子と給電素子とを所定間隔で配置し、前記無給電素子を導波器として動作させたことを特徴とする請求項1記載のアレーアンテナ。

【請求項3】 素子長がほぼ $\lambda/4$ 以上の無給電素子を1素子以上備え、該無給電素子と給電素子とを所定間隔で配置し、前記無給電素子を反射器として動作させたことを特徴とする請求項1記載のアレーアンテナ。

【請求項4】 素子長がほぼ $\lambda/4$ 以下の第一の無給電素子と、素子長がほぼ $\lambda/4$ 以上の第二の無給電素子とをそれぞれ1素子以上ずつ備え、給電素子より前方に前記第一の無給電素子を配置し、また給電素子より後方に前記第二の無給電素子を配置し、前記第一の無給電素子を導波器、前記第二の無給電素子を反射器として動作させたことを特徴とする請求項1記載のアレーアンテナ。

【請求項5】 前記給電素子及び無給電素子を、誘電体基板上にエッチング等により形成した導体パターンを用いて構成したことを特徴とする請求項1乃至4記載のアレーアンテナ。

【請求項6】 前記無給電素子として1素子以上の逆Lアンテナを用いたことを特徴とする請求項1乃至5記載のアレーアンテナ。

【請求項7】 前記無給電素子として1素子以上のモノポールアンテナを用いたことを特徴とする請求項1乃至5記載のアレーアンテナ。

【請求項8】 前記無給電素子として1素子以上のT型アンテナを用いたことを特徴とする請求項1乃至5記載のアレーアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はアレーアンテナに関し、特に敵・味方識別（IFF）システムに使用する航空機搭載用のアレーアンテナの構成に関する。

【0002】

【従来の技術】波長が300mm程度の周波数で動作する敵・味方識別（IFF）システムにおいて、アンテナは主に戦闘機の機首外面に取り付けられており、物理的には、空気抵抗の低減並びにパイロットの視界の確保の観点から、高さの低いアンテナが要求される。また電気的には、パイロットに対する不要放射を抑制する観点から、前後比（FRONT-TO-BACK RATIO、以下FBRと記す）の高い指向性放射パターンが要求される。さらに、IFFシステムでは送受信周波数と

して1030MHz及び1090MHzが使用されるので、アンテナの周波数特性は比帯域5.7%以上が必要となる。

【0003】従来、上記各要求を満足するものとしては、特開平3-213005号公報により開示された強制励振アンテナがある。以下、特開平3-213005号公報に開示された強制励振アンテナについて簡単に説明する。図6は強制励振アンテナの構成を示した図であり、図において20、22、24はそれぞれ第1、第2、第3のモノポールアンテナ、40、48は第1及び第2の励振回路、44及び50は第1及び第2の二重同調回路である。第1及び第3モノポールアンテナ20、24は第1励振回路40と接続し、第2モノポールアンテナ22は第2二重同調回路50に接続している。前記第1励振回路40は第1二重同調回路44に接続し、さらに該第1二重同調回路44は第2励振回路48に接続している。また、第2二重同調回路50は第2励振回路48によって第1二重同調回路44に結合され、入出力コネクタ16に接続されている。このように構成した強制励振アンテナは、物理的要求である低姿勢性能を実現するために、アンテナ素子としてトップロード型モノポールアンテナを用い、通常のモノポールアンテナに比べてその寸法を半分以下に短縮している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようにアンテナの寸法を半分以下としたために、アンテナの入力インピーダンスの実数部は数オームの低抵抗特性を呈し、したがって通常の方法では送受信機とのインピーダンス整合が困難となるので、第1及び第2二重同調回路44、50を備え、これによりインピーダンス整合を図っている。また高FBR性能を実現するために、2項係数エンドファイアアレーとしているが、このために励振分布を第1励振回路40及び第2励振回路48により制御している。すなわち、上述したような従来の強制励振アンテナでは所望の物理的及び電気的性能を実現するために、複雑な励振回路、同調回路（整合回路）を必要とし、製造コストが高くなる等の問題点があった。本発明は上述した従来のIFFシステムに使用する航空機搭載用アンテナの問題点に鑑みなされたものであって、複雑な励振回路や同調回路を用いることなく、低姿勢でパイロットの視野を妨げず、且つ不要放射を抑制し、高FBR指向性放射パターンの航空機搭載用アンテナを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決する為の手段】上記目的を達成する為、本発明に係るアレーアンテナの第一の手段は、給電素子としての逆Fアンテナと、無給電素子として電気的長さを任意に設定でき、且つグラウンド板に設置された導体とを備え、該無給電素子の素子長は前記給電素子の素子長と異なり、前記給電素子と1素子以上の前記無給電

素子とを所定間隔で配置したことを特徴とする。本発明に係るアレーアンテナの第二の手段は、前記第一の手段において、素子長がほぼ $\lambda/4$ 以下の無給電素子を1素子以上備え、該無給電素子と給電素子とを所定間隔で配置し、前記無給電素子を導波器として動作させたことを特徴とする。

【0006】本発明に係るアレーアンテナの第三の手段は、前記第一の手段において、素子長がほぼ $\lambda/4$ 以上の無給電素子を1素子以上備え、該無給電素子と給電素子とを所定間隔で配置し、前記無給電素子を反射器として動作させたことを特徴とする。本発明に係るアレーアンテナの第四の手段は、前記第一の手段において、素子長がほぼ $\lambda/4$ 以下の第一の無給電素子と、素子長がほぼ $\lambda/4$ 以上の第二の無給電素子とをそれぞれ1素子以上ずつ備え、給電素子より前方に前記第一の無給電素子を配置し、また給電素子より後方に前記第二の無給電素子を配置し、前記第一の無給電素子を導波器、前記第二の無給電素子を反射器として動作させたことを特徴とする。

【0007】本発明に係るアレーアンテナの第五の手段は、前記第一乃至第四の手段において、前記給電素子及び無給電素子を、誘電体基板上にエッチング等により形成した導体パターンを用いて構成したことを特徴とする。本発明に係るアレーアンテナの第六の手段は、前記第一乃至第五の手段において、前記無給電素子として1素子以上の逆Lアンテナを用いたことを特徴とする。

【0008】本発明に係るアレーアンテナの第七の手段は、前記第一乃至第五の手段において、前記無給電素子として1素子以上のモノポールアンテナを用いたことを特徴とする。本発明に係るアレーアンテナの第八の手段は、前記第一乃至第五の手段において、前記無給電素子として1素子以上のT型アンテナを用いたことを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面に示した実施例に基づいて本発明を詳細に説明する。図1は本発明の基本的な実施例である3素子アレーアンテナの構成と形状パラメータを説明するための図であり、1は逆Fアンテナ、2及び3はそれぞれ前記逆Fアンテナ1の給電ピンHより距離AS1或いは距離AS2づつ離れた位置に配列された逆Lアンテナである。なお、図において、斜線部(//)は機体或いはグラウンド板を意味している。逆Fアンテナ1は給電ピン部H、短絡ピン部HS、頂部ワイヤ部WL及びWRから構成し、給電は給電ピン部Hの下部より行われる。また短絡ピン部HSの下部は機体或いはグラウンド板に接地された状態となっている。逆Lアンテナ2は垂直部HR、水平部WRRより構成し、垂直部HRの下部は機体に接地されており、同様に逆Lアンテナ3も垂直部HD、水平部WRDより構成し、垂直部HDの下部は機体に接地されている。したがって、逆Lア

ンテナ2及び3は無給電素子として配置されている。

【0010】次に、上述したアレーアンテナの動作について説明する。なお、本願発明のアレーアンテナは基本的には八木・宇田アンテナの原理を用いている。すなわち、給電素子に対し所定の距離をおいてほぼ $\lambda/4$ 以上若しくは $\lambda/4$ 以下の無給電素子を配置することにより、反射器或いは導波器を構成するものであり、該八木・宇田アンテナは、従来よりテレビ受信アンテナとして周知であって、一般的にはダイポールアンテナを用いた構成であるが、上述したような逆Lアンテナ、逆Fアンテナを用い、八木・宇田アンテナの原理を用いたアレーアンテナの構成は今までに公表されたことがないため、その基本動作から説明する。

【0011】まず、図1において、給電素子である逆Fアンテナ1と無給電素子である逆Lアンテナ3から構成する2素子アレーアンテナモデルを用いて考察する。設計周波数をIFF送受信信号の中心周波数である1060MHzとしたとき、配列間隔AS2=70.75mm($\lambda/4$)、H=HS=HD=28.3mm(0.1 λ)とし、共振周波数をほぼ1060MHzに設定するために、WR=34mm、WL=5mmとする。このとき、WRDの長さに対する-X方向と+X方向の利得のモーメント法による計算値を図3に示す。ここで、ワイヤ半径はra=2.1mmとし、以下、説明するデータは全てワイヤ半径ra=2.1mmである。

【0012】図3に示したデータから明らかなように、逆Lアンテナ3の無給電素子長(HD+WRD)を $\lambda/4$ より短くすると+X方向に最大放射が発生し、逆に無給電素子長を $\lambda/4$ より長くすると、-X方向に最大放射が発生する。すなわち、逆L無給電素子3の素子長を $\lambda/4$ より短くすれば導波器として動作し、一方、 $\lambda/4$ より長くすれば反射器として動作する。したがって、図1に示した3素子構成においても、無給電素子2及び3の長さを適宜設定することにより3素子八木・宇田アンテナとして動作しうることが分かる。

【0013】次に、3素子アレーアンテナの具体的な例について説明する。図2はIFFシステムに用いる航空機搭載用アンテナの具体的な形状寸法を示した図である。ここで設計周波数は1060MHz($\lambda/4=70.75$ mm)として、アンテナの高さを低くする目的で、給電素子及び無給電素子を構成する垂直部材及び給電ピンの各高さをH=HS=HR=HD=0.08 λ (22.6mm)とする。また、本発明に係るアレーアンテナの特徴の一つである入力インピーダンスを広帯域にするために、形状パラメータを図2に示す如く、L=145.08mm、AS1=48.11mm、AS2=45.28mm、WRR=37.54mm、WL=5mm、WR=42.5mm、WRD=51.69mmと設定した。各素子長を波長で表すと、逆Fアンテナ(給電素子)の素子長“H+WL+WR”は70.1mm

0.25 λ ($\lambda/4$)、導波器の素子長 $HR+WR$ は60.14mm、0.21 λ 、反射器の素子長 $HD+WRD$ は74.29mm、0.26 λ である。このように構成することにより、入力インピーダンス特性はIFFシステム帯域(1030MHzから1090MHz)内でほぼ50 Ω 純抵抗となり、特別な同調回路等を用いることなく、インピーダンス整合を容易に図ることができる。

【0014】このときのリターンロス特性を図4に示す。図4の縦軸はリターンロス、横軸は周波数を示し、リターンロスが-9.5dB以下(電圧定在波比:VSWR=2)の比帯域幅は10%であるため、IFFシステムの要求性能である5.7%を十分満足することができる。この性能と従来のダイポールで構成した3素子八木・宇田アンテナの性能とを比較すると、従来のアンテナの比帯域幅は2~3%であるのに対し、本発明の如く逆F給電素子及び逆L無給電素子とを用いることによりその帯域を3倍以上に改善することができる。また、放射パターンの一例としてIFFシステムの送信周波数である1030MHzのZX面のパターンを図5に示す。

【0015】図5の縦軸はレベル、横軸は角度を示し、図において、角度0°は図2におけるZ方向(天頂方向)、角度-90°は-X方向、角度+90°は+X方向を示す。同図から明らかなように、ビーム半値角は約100°、FBR(図5では角度-90°と+90°方向のレベル比)は約18dBである。なお、形状パラメータを変更することにより、FBRが25dB程度のもので得ることもできる。また、図5に示したデータは、無限大グラウンド板を仮定したモーメント法による計算値であり、実際の機体等に本発明に係るアレーアンテナを装備した場合には、ビームピークは天頂方向に20°~30°チルトする。以上説明したように、本発明の如く逆Fアンテナの給電素子と逆Lアンテナの無給電素子とを用いたアレーアンテナでは、高さの低いアンテナでありながら特別な励振回路や同調回路を必要とせず、所望の性能を得ることが可能となる。

【0016】次に、本発明の他の実施例について説明する。上述した基本実施例では半径 r_a のワイヤ導体を用いてアンテナを構成したが、比誘電率 ϵ_r の誘電体基板を機体或いはグラウンド板に垂直に設置し、該基板の片面上に銅箔にて図1に示した形状の導体パターンを形成してもよい。この場合、波長は概ね λ/ϵ_r に短縮されるので、上述した給電素子長及び各無給電素子長も概ね $1/\epsilon_r$ に短縮する必要がある。また、発泡材等の誘電体の片面上に板状導体を接着剤等で保持し、当該板状導体により導体パターンを形成してもよい。この場合、

$\epsilon_r=1$ であるため、給電素子長及び各無給電素子長の短縮等は行わなくてよい。

【0017】上記説明においては無給電素子として逆Lアンテナを用いた場合を例に挙げて説明したが、これに限定されるものではない。すなわち、無給電素子はその素子長がアレーアンテナの動作条件として重要なパラメータであることは自明であり、設計上、アンテナ形状に自由度があれば、無給電素子としてモノポールアンテナや逆Lアンテナの先端部を下方に折り曲げた形状のもの、さらにはT型アンテナや上述した特開平3-213005に記載されているようにT型アンテナの先端部を下方に折り曲げた形状のものを用いても、上述した本願発明に係るアレーアンテナとし動作することは明らかである。さらに、無給電素子として給電素子と同一の逆F形状を有するアンテナを用いてもよく、いずれの形状の無給電素子を用いた場合であっても、無給電素子の長さは、導波器としてはほぼ $\lambda/4$ 以下、反射器としてはほぼ $\lambda/4$ 以上が必要であることは、上述した実施例と同じである。

【0018】

【発明の効果】本発明は上述した如く構成し、且つ機能するものであるから、アンテナ高さは従来のモノポールアンテナの約30%に低減することが可能となり、航空機等に搭載した場合に空気抵抗を低減せしめ且つパイロットの視野を妨げることがない。また、入力VSWR特性が比帯域10%、放射指向性パターンは20dB前後の高FBR特性を有するアンテナを特別な励振回路や同調回路を必要とせず安価に得ることができるので、IFFシステム等航空機搭載アンテナとして著しい効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本的な実施例である3素子アレーアンテナの構成と形状パラメータを説明するための図。

【図2】IFFシステムに用いる航空機搭載用アンテナの具体的な形状寸法を示した図。

【図3】無給電素子の素子長とゲインとの関係を示す図。

【図4】図2に示したアンテナのリターンロスを示す図。

【図5】放射パターンの一例としてIFFシステムの送信周波数である1030MHzのZX面のパターンを示す図。

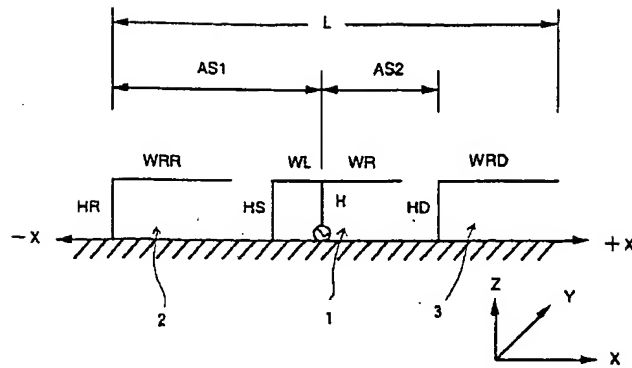
【図6】従来の強制励振アンテナの構成を示す図。

【符号の説明】

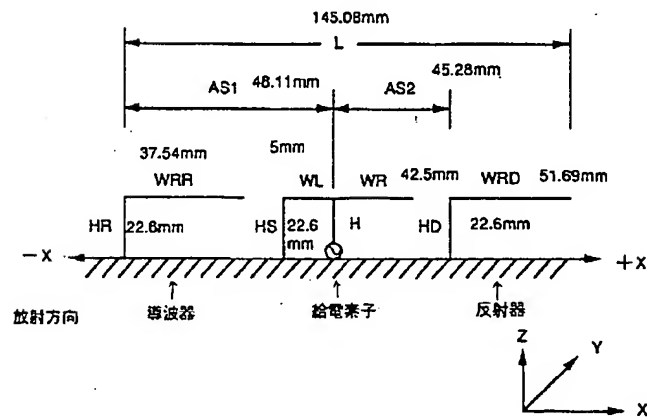
1・・・逆Fアンテナ(給電素子)、

2、3・・・逆Lアンテナ(無給電素子)

【図 1】

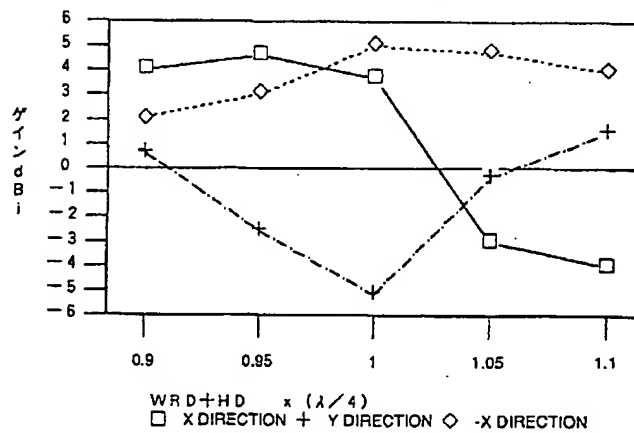


【図 2】

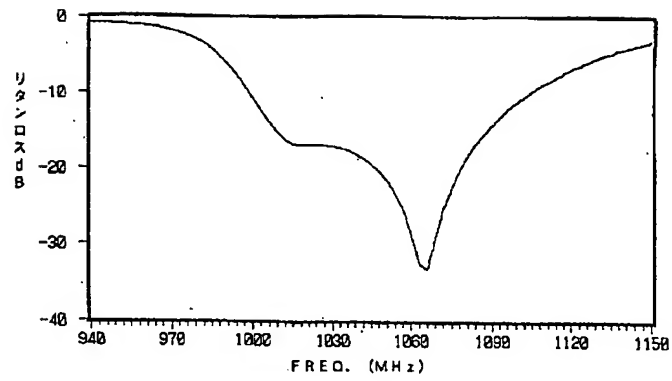


【図 3】

2素子アレーアンテナ (1030MHz)
HD=28.3MM, AS2=70.75MM, WR=34MM, H=28.3MM

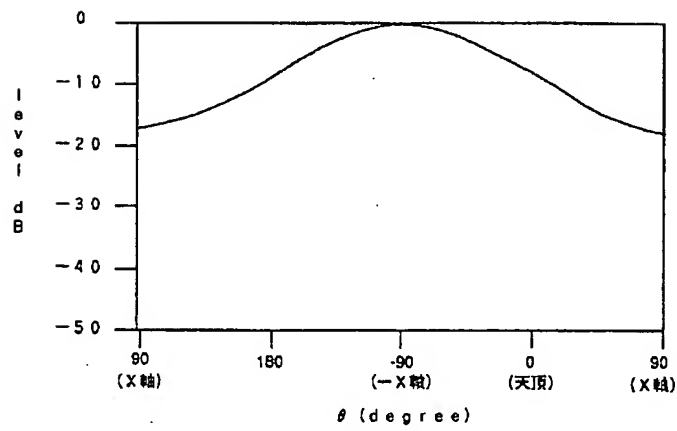


【図4】

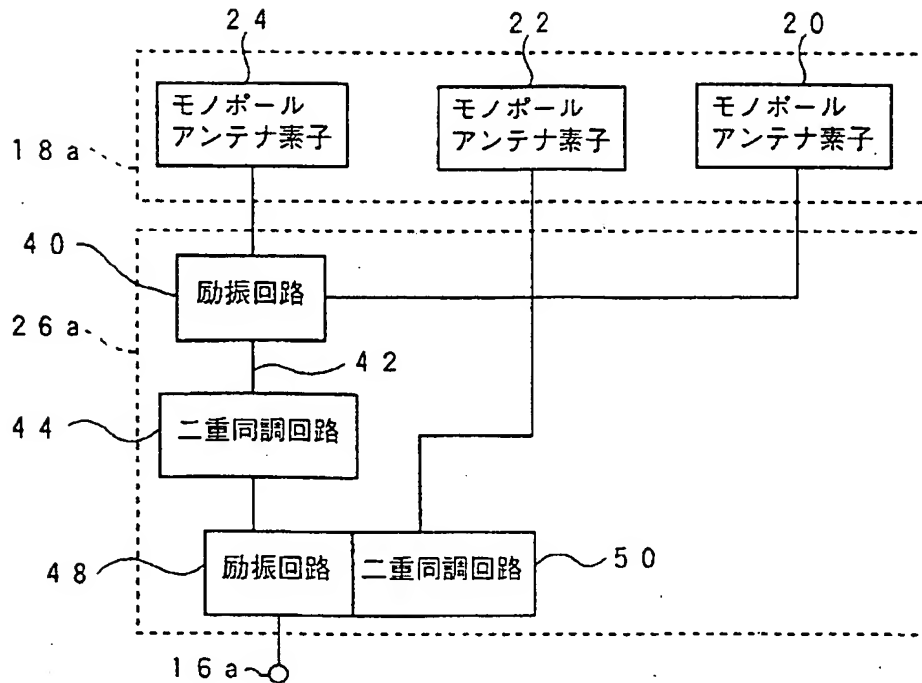


【図5】

3素子アレーアンテナ放射パターン (Z X面)
 $H=22.6\text{mm}$, $AS1=48.11\text{mm}$, $AS2=45.28\text{mm}$



【図6】



【手続補正書】

【提出日】平成8年5月13日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】次に、本発明の他の実施例について説明する。上述した基本実施例では半径 r_a のワイヤ導体を用いてアンテナを構成したが、非誘電率 ϵ_r の誘電体基板を機体或いはグランド板に垂直に設置し、該基板の片面

上に銅箔にて図1に示した形状の導体パターンを形成してもよい。この場合、波長は概ね $\lambda/\sqrt{\epsilon_r} \sim 0.95\lambda$ に短縮されるので、上述した給電素子と無給電素子の間隔、給電素子長及び各無給電素子長も概ね $1/\sqrt{\epsilon_r} \sim 0.95$ に短縮する必要がある。また、発砲材等の誘電体の片面上に板状導体を接着材等で保持し、当該板状導体により導体パターンを形成してもよい。この場合、 $\epsilon_r \approx 1$ であるため、給電素子と無給電素子の間隔、給電素子長及び各無給電素子長の短縮等は行わなくてよい。